

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012644263 **Image available**

WPI Acc No: 1999-450368/ 199938

XRPX Acc No: N99-336849

Photovoltaic cell module for electrical application - has several photovoltaic cells electrically connected by metal body with insulated member providing insulation between edge of photovoltaic cell and metal body

Patent Assignee: CANON KK (CANO)

Inventor: MURAKAMI T; SHIMIZU K; TAKEYAMA Y; TSUZUKI K

Number of Countries: 004 Number of Patents: 006

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|------------------------------|------|----------|---------------|------|----------|----------|
| JP 11186572 | A | 19990709 | JP 97352767 | A | 19971222 | 199938 B |
| AU 9897261 | A | 19990708 | AU 9897261 | A | 19981221 | 199938 |
| CN 1221224 | A | 19990630 | CN 98123228 | A | 19981222 | 199944 |
| <i>can</i> <u>US 6184457</u> | B1 | 20010206 | US 98210998 | A | 19981215 | 200109 |
| US 6479744 | B1 | 20021112 | US 98210998 | A | 19981215 | 200278 |
| | | | US 2000671575 | A | 20000927 | |
| AU 763083 | B | 20030710 | AU 9897261 | A | 19981221 | 200355 |

Priority Applications (No Type Date): JP 97352767 A 19971222

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan | Pg | Main IPC | Filing Notes |
|-------------|------|-----|----|-------------|--|
| JP 11186572 | A | | 18 | H01L-031/04 | |
| AU 9897261 | A | | | H01L-031/02 | |
| CN 1221224 | A | | | H01L-031/00 | |
| US 6184457 | B1 | | | H01L-031/05 | |
| US 6479744 | B1 | | | H01L-031/05 | Div ex application US 98210998 Div ex patent US 6184457 |
| AU 763083 | B | | | H01L-031/02 | Previous Publ. patent AU 9897261 |

Abstract (Basic): JP 11186572 A

NOVELTY - A photovoltaic cell module has several photovoltaic cells (101) electrically connected through a metal body (104). An insulation member (103) avoids contact between edge part of photovoltaic cells and the metal body.

USE - For electrical connection.

ADVANTAGE - Damage of photovoltaic cells is prevented by the insulated member that prevents contact of cell with metal body. In spite of repeated bending while installing photovoltaic cell, reliability is improved. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The diagram shows the photovoltaic cell module. (101) Photovoltaic cell; (103) Insulation member; (104) Metal body.

Dwg.1/19

Title Terms: PHOTOVOLTAIC; CELL; MODULE; ELECTRIC; APPLY; PHOTOVOLTAIC; CELL; ELECTRIC; CONNECT; METAL; BODY; INSULATE; MEMBER; INSULATE; EDGE; PHOTOVOLTAIC; CELL; METAL; BODY

Derwent Class: U12; X15

International Patent Class (Main): H01L-031/00; H01L-031/02; H01L-031/04; H01L-031/05

International Patent Class (Additional): H01L-027/14; H01L-031/20

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): U12-A02A5; U12-A02A7; X15-A02B

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-186572

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月9日

(51) Int.Cl.⁹

H 0 1 L 31/04

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04

S

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願平9-352767

(22) 出願日

平成9年(1997)12月22日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 都築 幸司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72) 発明者 竹山 祥史

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72) 発明者 清水 孝一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 渡辺 敬介 (外1名)

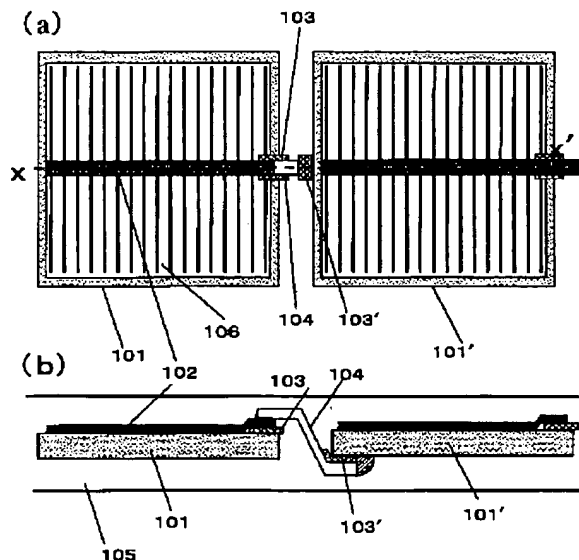
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光起電力素子モジュール

(57) 【要約】

【課題】 安価で、作業が容易で、かつ高信頼性の光起電力素子モジュールを提供する。

【解決手段】 複数の光起電力素子101を金属体104にて電気的に接続した光起電力素子モジュールにおいて、光起電力素子101のエッジ部と金属体104との接触を回避する為の絶縁部材103を有する光起電力素子モジュール。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の光起電力素子を金属体にて電氣的に接続した光起電力素子モジュールにおいて、前記光起電力素子のエッジ部と前記金属体との接触を回避する為の絶縁部材を有することを特徴とする光起電力素子モジュール。

【請求項2】 前記絶縁部材を設けた時の金属体の曲げRが、0.5mm以上であることを特徴とする請求項1に記載の光起電力素子モジュール。

【請求項3】 前記絶縁部材を前記金属体全面に有することを特徴とする請求項1又は2に記載の光起電力素子モジュール。

【請求項4】 前記絶縁部材が、光起電力素子表面色と同色系統の色であることを特徴とする請求項1乃至3に記載の光起電力素子モジュール。

【請求項5】 前記絶縁部材が、透明であることを特徴とする請求項1乃至3に記載の光起電力素子モジュール。

【請求項6】 前記絶縁部材が、少なくとも基材と粘着材を有する絶縁性テープであり、前記基材の厚みが25 μ m以上であることを特徴とする請求項1乃至5に記載の光起電力素子モジュール。

【請求項7】 前記金属体が、少なくとも銀、半田、ニッケルから選択されるいずれかの金属で被覆された銅であることを特徴とする請求項1乃至6に記載の光起電力素子モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光起電力素子モジュールに関するものである。より詳細には、電氣的接続部分の曲げ疲労に対して、高信頼性を有する光起電力素子モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、環境問題に対する意識の高まりが、世界的に広がりを見せている。中でも、CO₂排出に伴う地球の温暖化現象に対する危機感は深刻で、クリーンなエネルギーへの希求はますます強まってきている。太陽電池は現在のところ、その安全性と扱いやすさから、クリーンなエネルギー源として期待のもてるものだといえることができる。

【0003】太陽電池には様々な形態がある。代表的なものとしては、

- (1) 結晶シリコン太陽電池
- (2) 多結晶シリコン太陽電池
- (3) アモルファスシリコン太陽電池
- (4) 銅インジウムセレンナイド太陽電池
- (5) 化合物半導体太陽電池

などがある。この中で、薄膜結晶シリコン太陽電池、化合物半導体太陽電池及びアモルファスシリコン太陽電池は比較的低コストで大面積化が可能のため、最近では各

方面で活発に研究開発が進められている。そしてこれらの太陽電池の中でも、特に導電性基体上にシリコンを堆積し、その上に透明導電層を形成したアモルファスシリコン太陽電池を代表とする薄膜太陽電池は、軽量でかつ耐衝撃性、フレキシブル性に富んでいるので、将来のモジュール形態として有望視されている。

【0004】通常バッテリー対応型の太陽電池は、1枚の太陽電池素子だけでは出力電圧が不足している為に、複数の太陽電池素子を直列に接続して使用する場合が多く見られる。また、電流量を稼ぐ為には太陽電池素子同士の並列接続が行われ、直列接続と並列接続の両方を駆使する場合もある。

【0005】図2～図5に、従来の光起電力素子モジュールの概略図を示す。

【0006】まず、非晶質系光起電力素子について説明する。

【0007】図2は非晶質系光起電力素子を表（受光面）側から見た図である。図2において201は光起電力素子であり、光起電力素子全体を支える基板と該基板上に形成された非晶質半導体層及び電極層よりなる。基板はステンレス等の金属材料であり、半導体層は最下層から順に裏面反射層、n型半導体層、i型半導体層、p型半導体層、n型半導体層、i型半導体層、p型半導体層がCVD法等の成膜方法にて積層され、光によって効率よく起電力が発生するように構成されている。最表面の電極層としては、反射防止手段と集電手段を兼ねて酸化インジウム等の透明導電膜が形成してある。

【0008】透明導電膜はFeCl₃、AlCl₃等を含むエッチングペーストをスクリーン印刷等の方法で塗布し加熱することによって、一部がエッチングライン205により線状に除去されている。透明導電膜の一部除去の目的は、光起電力素子201の外周切断時に発生する基板と透明導電膜との短絡の悪影響を光起電力素子201の有効受光範囲に及ぼさないようにすることにある。

【0009】また、光起電力素子201表面には発電された電力を効率よく集電するための集電電極202が形成されている。集電電極202は、非晶質光起電力素子の場合、一般的には比較的低温にて形成可能な高分子材料を用いた導電性インキを用いている。本例では、集電電極202として、銅からなるワイヤーの周囲に導電性接着材を配している。

【0010】こうして製造された光起電力素子201はこれだけでは発電用途には使用出来ない。即ち、発電された電力を消費あるいは蓄積するための手段へと導くための端子を形成する必要がある。あるいは、通常は単一の発電セルでは発生電圧が低すぎるため、直列接続を行って高電圧化を図るための端子を形成する必要がある。そのために従来は絶縁部材204を設け、光起電力素子201の外縁に露出の可能性がある基板、及びエッチングライン205より外側の性能が保証されない領域の電

極層との絶縁を確保した上で、金属を素材とした100 μ m程度の箔状の端子部材203を集電電極202の導電性接着剤にて集電電極202に接続することで、電力取り出し端子としたり、隣接する同様構成の光起電力素子との直列接続用端子として用いていた。

【0011】次に以上の光起電力素子の接続方法をより具体的に説明する。上記光起電力素子は、例えばAM-1.5の太陽光のもとで最適動作電圧1.5V、最適動作電流1A、即ち最適出力1.5Wを実現することができる。

【0012】このような光起電力素子を10個用いて15Wのモジュールを構成する際に、極端な場合、次の出力特性が得られる。1つは直列接続方式であり、高電圧、低電流の出力を得ることができる。15Wのモジュールの場合、15V、1Aとなる。もう一方は、並列接続方式であって低電圧、高電流の出力特性が得られ、1.5V、10Aとなる。勿論、直列接続方式と並列接続方式とを適宜混在させることによって、中間的な出力特性を得ることも可能である。

【0013】図3は、直列接続を施した状態を示す図であり、図3(a)は上面図、図3(b)は断面図である。図中304は端子部材であって厚み100 μ m程度の金属性の箔体である。端子部材304は、絶縁部材303にて光起電力素子301の外縁に露出の可能性がある前記基板、およびエッチングライン306より外側で性能が保証されない領域の電極層との絶縁を確保した上で、集電電極302に接続して、光起電力素子301の受光領域外へ取り出される。その後、端子部材304の一端は隣接する光起電力素子301'の裏面側へ半田307を用いて接続されて直列接続が完成する。

【0014】次に、結晶系光起電力素子について説明する。

【0015】図4は単結晶あるいは多結晶、即ち結晶系光起電力素子の端子取り出し状態を表す図である。図4において、401は結晶シリコンの光起電力素子で、下面がボロン、上面がリンイオンにてそれぞれドーピングが施してある半導体層である。上記半導体層の下部には裏面反射層としてアルミニウムペースト及び該アルミニウムペーストのさらに下部には銀ペーストが裏面電極として塗布されており、銀ペーストのさらに下部には半田層が積層してある。

【0016】光半導体層の上面には、反射防止および集電の目的のために透明な電極層が、さらにその上部には焼結系の銀ペーストが、さらにその上部には半田層が積層されている。図4においては銀ペーストと半田層とを総称して集電電極402としてある。本例では、集電電極は図4示されるような両側に散開した櫛歯の中央に比較的幅広の直線ランド402aを有する形態をとっている。かつ、ランド402a上に金属を素材とした、幅がランド402aの幅と略同一の部材をランド402aの

上に半田接合して端子部材403となしている。

【0017】図5は、上記結晶系光起電力素子に直列接続を施した状態を示す図である。端子部材503は、ランド502a上で集電電極502と接続され、光起電力素子501の受光領域外へ取り出される。その後、端子部材503の一端は隣接する光起電力素子501'の裏面側へ周り込み、半田接続されて直列接続が完成する。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上の従来の電気的な接続を施した光起電力素子は、その取り扱いに非常に注意を払う必要がある。

【0019】すなわち、直列接続終了後、次の工程ラインに素子群を移動させる場合や、最終的な端子を裏から取り出す時にその作業の為に素子群を裏返す場合に、取り扱い上、端子部材304、503にほとんどの応力がかかってしまう。そうした場合には、端子部材304、503は、主に光起電力素子のエッジ部305、504で折れ曲がり、折り目がついてしまう。その結果、折り目が形成された端子部材304、503は極端にその強度が弱くなり、繰り返しの曲げ応力がかかった場合には折り目部分に応力が集中し、破断が生じてしまう。

【0020】ただし、端子部材304、503が応力に耐えうるような強固な部材であれば上述のような問題は起きないが、この場合は端子部材304、503がある程度厚い形状のものになってしまい、後に充填材で太陽電池を封入する際に、その段差部分に気泡を生じる等の別の問題を生じていた。

【0021】また、近年では、光起電力素子の実使用形態として、家屋の屋根に設置して使用することができる光起電力素子モジュールの開発が、現実的で非常に重要視されている。屋外に設置される光起電力素子モジュールは、環境に対する信頼性を有することが必要であり、特に可撓性を有する非晶質光起電力素子モジュールの場合には、風雨にさらされた場合にモジュールに繰り返しの曲げ荷重がかかってしまう。

【0022】このような繰り返しの曲げ荷重の大きさは、モジュールの大きさ、設置方法によっても異なるが、通常は接続部分に最も応力集中が起これ、特に光起電力素子のエッジ部との接触点で亀裂が生じて破断に至る場合があった。

【0023】よって、本発明の目的は、上記の問題点を克服して、安価で、作業が容易で、かつ高信頼性の光起電力素子モジュールを提供することにある。

【0024】

【課題を解決するための手段】本発明者等は上記課題を解決するために鋭意研究開発を重ねた結果、次のような太陽電池モジュールが最良であることを見いだした。

【0025】即ち、本発明は複数の光起電力素子を金属体にて電気的に接続した光起電力素子モジュールにおいて、前記光起電力素子のエッジ部と前記金属体との接触

を回避する為の絶縁部材を有することを特徴とする光起電力素子モジュールである。

【0026】また、前記絶縁部材を設けた時の金属体の曲げRが、0.5mm以上であることを特徴とする。

【0027】また、前記絶縁部材を前記金属体全面に有することを特徴とする。

【0028】また、前記絶縁部材が、光起電力素子表面色と同色系統の色、または透明であることを特徴とする。

【0029】また、前記絶縁部材が、少なくとも基材と粘着材を有する絶縁性テープであり、基材厚み25 μ m以上であることを特徴とする。

【0030】また、前記金属体が、少なくとも銀、半田、ニッケルから選択されるいずれかの金属で被覆された銅であることを特徴とする。

【0031】

【作用】本発明者等の実験により、金属体と光起電力素子のエッジ部が接触するような構成の場合には、取り扱い上、あるいは、繰り返し曲げの履歴にて、金属体に極端な折り目がついてしまい、耐久性が好ましくないことが分かった。

【0032】これらの問題を解決する為に鋭意検討した結果、本発明によって以下のような効果が得られることを見出した。

【0033】(1)複数の光起電力素子を金属体にて電気的に接続した光起電力素子モジュールにおいて、前記光起電力素子のエッジ部と前記金属体との接触を回避する為の絶縁部材を有することによって、両金属が直接接触することがなく、金属体に極端な折り目がつくことを防止することができ、その結果、曲げに対する耐久寿命を延ばすことが可能となる。特に、ロール上から切り出して作成された光起電力素子のような場合には、そのエッジ部に存在するバリによって金属体がより破断しやすくなるが、絶縁部材が緩衝材となって、破断を防止することが可能となる。

【0034】(2)絶縁部材を設けた時の金属体の曲げRが0.5mm以上であることによって、さらに曲げに対する耐久寿命を延ばすことができる。図6は曲げRの説明図であるが、絶縁部材602が設けられた金属体601は、絶縁部材602が無い場合よりも曲げRが大きくなり、すなわち金属体601に極端な折り目がつくことを防止することができる。

【0035】(3)絶縁部材を金属体全面に有することによって、金属体上を覆うことができる。通常金属体の部分は、光起電力素子の凸部分である為に表面樹脂材が薄く、耐スクラッチ性が弱くなるが、金属体の全面に絶縁部材が載置されていることによって、金属体上での耐スクラッチ性を向上することができる。

【0036】(4)さらに、その絶縁部材が太陽電池と略同一の色であることによって、外観性を向上すること

ができる。すなわち、金属体は通常集電電極との接続がなされたバスバーであることが多く、導電性ペーストのボッティングや半田づけがなされており、外観上はあまり好ましくない。絶縁部材が略同一色であることによって、その部分を隠すことが可能となり、外観を向上することができる。

【0037】(5)また、絶縁部材が透明である場合には、変換効率を向上することができる。絶縁部材が金属体と同形状である場合には関係ないが、金属体よりも大きな形状の絶縁部材の場合には、透明であることによって光を遮断することがなく、変換効率を落とすことのない光起電力素子が提供可能である。

【0038】(6)さらに、絶縁性部材が少なくとも基材と粘着材を有する絶縁性テープであり、基材厚み25 μ m以上であることによって、以下の効果を期待できる。すなわち、基材厚みが25 μ m以上であることにより、光起電力素子のエッジ部のバリによって絶縁性部材が破れたりすることがなく、かつテープであることによって、簡単な工程で絶縁部材を載置でき、量産性に非常に優れた構成を提供することができる。

【0039】(7)また、金属体は、銅に少なくとも銀、半田、ニッケルから選択されるいずれかの金属で被覆されていることが好ましい。銅を使用することで、抵抗損失の少なく安価な電極部材を提供することが可能であり、さらにその銅に、銀、半田、ニッケルのいずれかの金属が被覆されている場合には、絶縁性テープを載置する際の接着材の種類を自由に選択することができる。

【0040】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施態様例を詳細に説明する。

【0041】図1は本発明の光起電力素子モジュールの一例を示す図であり、図1(a)は上面図、図1(b)は図1(a)のX-X'断面図である。図1において、101、101'は光起電力素子、102はバスバー、103、103'は絶縁部材、104は金属体、105は被覆材、106は集電電極であり、2枚の光起電力素子101、101'が金属体104により接続されており、光起電力素子のエッジ部と金属体104の接触部には、絶縁部材103、103'が設けられている。

【0042】(光起電力素子101)本発明に於ける光起電力素子としては、単結晶、多結晶、あるいはアモルファスシリコン太陽電池に適用できる以外に、シリコン以外の半導体を用いた太陽電池、ショットキー接合型の太陽電池にも適用可能である。

【0043】以下、アモルファスシリコン系太陽電池、結晶系シリコン太陽電池について具体的に説明する。

【0044】アモルファスシリコン系太陽電池
図7は基板と反対側から光入射するアモルファスシリコン系太陽電池の模式的断面図である。図7において、701は基板、702は下部電極、703、713、72

3はn型半導体層、704、714、724はi型半導体層、705、715、725はp型半導体層、706は上部電極、707は集電電極を表す。

【0045】<基板>基板701はアモルファスシリコンのような薄膜の太陽電池の場合に、半導体層を機械的に支持する部材であり、かつ電極としても使われる。従って、基板701は、半導体層を成膜する時の加熱温度に耐える耐熱性が要求されるが導電性のものでも電気絶縁性のものでもよい。

【0046】導電性の材料としては、例えばFe、Ni、Cr、Al、Mo、Au、Nb、Ta、V、Ti、Pt、Pb等の金属またはこれらの合金、例えば真ちゅう、ステンレス鋼等の薄板及びその複合体やカーボンシート、亜鉛メッキ鋼板が挙げらる。また、電気絶縁性材料としては、ポリエステル、ポリエチレン、ポリカーボネート、セルロースアセテート、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、エポキシ等の耐熱性合成樹脂のフィルムまたはシートまたはこれらとガラスファイバー、カーボンファイバー、ほう素ファイバー、金属繊維等との複合体、及びこれらの金属の薄板、樹脂シート等の表面に異種材質の金属薄膜及び／または SiO_2 、 Si_3N_4 、 Al_2O_3 、 AlN 等の絶縁性薄膜をスパッタ法、蒸着法、鍍金法等により表面コーティング処理を行ったものおよび、ガラス、セラミックス等が挙げられる。

【0047】<下部電極>下部電極702は、半導体層で発生した電力を取り出すための一方の電極であり、半導体層に対してはオーミックコンタクトとなるような仕事関数を持つことが要求される。

【0048】材料としては、例えばAl、Ag、Pt、Au、Ni、Ti、Mo、Fe、V、Cr、Cu、ステンレス、真ちゅう、ニクロム、 SnO_2 、 In_2O_3 、 ZnO 、ITO等のいわゆる金属単体または合金、及び透明導電性酸化物(TCO)等が用いられる。

【0049】下部電極702の表面は平滑であることが好ましいが、光の乱反射を起こさせる場合には、その表面にテクスチャー処理をしてもよい。また、基板701が導電性であるときは下部電極702は特に設ける必要はない。

【0050】下部電極702の作製方法としては、例えばメッキ、蒸着、スパッタ等の方法を用いる。

【0051】<半導体層>アモルファスシリコン半導体層としては、図7に示すようなpin接合を有するトリプル構成だけではなく、pin接合またはpn接合を重ねたダブル構成、シングル構成も好適に用いられる。特にi型半導体層704、714、724を構成する半導体材料としてはa-Siの他にa-SiGe、a-SiC等のいわゆるIV族及びIV族合金系アモルファス半導体が挙げられる。

【0052】アモルファスシリコン半導体層の成膜方法

としては、蒸着法、スパッタ法、高周波プラズマCVD法、マイクロプラズマCVD法、ECR法、熱CVD法、LPCVD法等公知の方法を所望に応じて用いる。成膜装置としてはバッチ式の装置や連続成膜装置等が所望に応じて使用出来る。

【0053】<上部電極>上部電極706は、半導体層で発生した起電力を取り出すための電極であり、下部電極702と対をなすためのものである。上部電極706は、アモルファスシリコンのようにシート抵抗が高い半導体の場合に必要であり、結晶系の太陽電池ではシート抵抗が低いため特に必要とはしない。また、上部電極706は、光入射側に位置するため、透明であることが必要で、透明電極と呼ばれることもある。

【0054】上部電極706は、太陽や白色蛍光灯等からの光を半導体層内に効率よく吸収させるために光の透過率が85%以上であることが望ましく、さらに、電気的には光で発生した電流を半導体層に対し横方向に流れるようにするためにシート抵抗値は $100\Omega/\square$ 以下であることが望ましい。このような特性を備えた材料としては、例えば SnO_2 、 In_2O_3 、 ZnO 、 CdO 、 CdSnO_4 、ITO($\text{In}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$)などの金属酸化物が挙げられる。

【0055】<集電電極>集電電極707は、一般的には櫛状に形成され、半導体層や上部電極706のシート抵抗の値から好適な幅やピッチが決定される。

【0056】集電電極707は比抵抗が低く太陽電池の直列抵抗とならないことが要求され、好ましい比抵抗としては $10^{-2}\Omega\text{cm}\sim 10^{-6}\Omega\text{cm}$ である。集電電極の材料としては、例えばTi、Cr、Mo、W、Al、Ag、Ni、Cu、Sn、Pt等の金属またはこれらの合金や半田が用いられる。一般的には、金属粉末と高分子樹脂バインダーがペースト状になった金属ペーストが用いられているが、これに限られたものではない。

【0057】結晶系シリコン太陽電池

図8は単結晶シリコンや多結晶シリコンなどの結晶系シリコン太陽電池の模式的断面図である。図8において、801はシリコン基板からなる半導体層、802は半導体層801とpn接合を形成する半導体層、803は裏面電極、804是集電電極、805は反射防止膜を現す。

【0058】単結晶シリコン太陽電池や多結晶シリコン太陽電池の場合、支持基板を設けず、単結晶ウエハや多結晶ウエハが基板の役目をする。単結晶ウエハは、CZ法で引き上げられたシリコンインゴットを切断する方法で得られる。多結晶ウエハの場合は、キャスト法により得られたシリコンインゴットを切断する方法や、リボン法によりシート状の多結晶を得る方法等により形成される。

【0059】pn接合の形成方法としては、例えば POCl_3 を用いた気相拡散法、 TiO_2 、 SiO_2 、または

P_2O_5 を用いた塗布拡散法、イオンを直接にドーピングするイオン打ち込み法等が用いられ、半導体層802が得られる。

【0060】裏面電極803は、例えば、蒸着、スパッタ法により金属膜を形成したり、銀ペーストのスクリーン印刷等により形成する。

【0061】反射防止膜805は、太陽電池表面での光の反射による効率の低下を防ぐ為に形成され、その材料としては、例えば、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 等が用いられる。

【0062】(バスバー102)本発明にかかるバスバーは、集電電極106を流れる電流をさらに一端に集める為の集電の役目をするものである。このような観点から、バスバーに使用する材料としては、体積抵抗率が低く、かつ工業的に安定して供給されている材料が望ましい。上記材料としては、加工性がよく、安価な銅が好適に用いられる。

【0063】また、銅を用いる場合には、腐食防止、酸化防止等の目的で、表面に薄い金属層を設けてもよい。該表面金属層としては、例えば、銀、パラジウム、パラジウムと銀の合金、または金などの腐食されにくい貴金属や、ニッケル、半田、錫などの耐食性のよい金属が好適に用いられる。前記、表面金属層の形成方法としては、例えば、作成が比較的容易な蒸着法、メッキ法、クラッド法が好適に用いられる。

【0064】バスバーの厚みとしては、 $50\mu m$ 以上 $200\mu m$ 以下が望ましい。 $50\mu m$ 以上とすることで、光起電力素子101の発生電流密度に十分対応できるだけの断面積を確保できるとともに、実質上機械的結合部材として使用することができる。一方、バスバーは厚くするほど抵抗損失を小さくすることができるが、 $200\mu m$ 以下とすることで表面被覆材によるなだらかな被覆が可能となる。

【0065】上記バスバーは、基板の形態によっては何枚設けてもよく、特に1枚と限定されるものではない。また、ここで用いるバスバーとしては、設ける対象となる基板の大きさとほぼ同程度の長さを有するものが望ましい。形状に関しても特に制限はなく、円柱状、箔状等のバスバーを用いることができる。

【0066】(金属体104)本発明にかかる金属体104は、光起電力同士(101と101')を電気的に接続、あるいは機械的に接続する為のものである。電気的に直列接続する場合には、一般的に金属体104の一端は、一方の光起電力素子101上のバスバー102と半田付け等の方法で接続され、もう一端はもう一方の光起電力素子101'の裏面側に接続される。また、並列接続する場合には、金属体104の一端は、一方の光起電力素子101上のバスバー102と半田付け等の方法で接続され、もう一端はもう一方の光起電力素子101'上のバスバー102に接続される。

【0067】金属体104に使用する材料、形状、厚みとしては、基本的にバスバー102の項で詳述した内容と全く同様のものを用いることができる。

【0068】(絶縁部材103)本発明にかかる絶縁部材103、103'は、少なくとも光起電力素子101のエッジ部と、前記金属体104との接触部に設けられ、両者の接触を回避することによって、金属体104に極端な折り目がつくことを防止し、曲げに対する耐久寿命を延ばすことを目的とするものである。よって、接触を回避する目的で、かつ可撓性を有する絶縁部材であれば基本的には限定なく用いることができるが、望ましくは、金属体104との接着性が良好で、曲げに対する機械的強度が高く、また、後工程の熱プロセスに耐性がある材料が好ましい。

【0069】金属体104との接着性については、金属体104に接着した後に、ラミネーション工程段階まで剥がれることがなく、接着しているだけの接着力があれば十分であるが、少々の外力に耐えうるだけの接着力としては、引っ張りせん断強度が 3 kgf/cm^2 以上であることが好ましい。

【0070】また、機械的強度に関しては、後述するように絶縁部材を金属体104に設けた時の曲げRが 0.5 mm 以上あることで、曲げ耐性には効果的であるが、特に絶縁部材がフィルム形状、テープ形状である場合には、フィルム単体として、JIS-P-8115に準拠した耐屈曲回数(MIT)が10000回(25°C)以上の材料が好んで用いられる。また、絶縁部材が樹脂ドットングのような場合に関しては、JISAで定められる硬さが40以下であることで、十分な曲げ耐性を得ることができる。

【0071】さらに、熱的な耐性としては、後工程のラミネーション時の熱により、絶縁材料が完全に融解し、金属体104と光起電力素子101のエッジ部が接触するようなことがなければ問題なく使用可能であるが、加熱前後での収縮による厚みの変化ができるだけ少ないものが望ましく、具体的には使用温度での熱収縮率が2%以下であることが望ましい。

【0072】上記の特性を満たす具体的な絶縁部材の材料としては、アクリル系、ウレタン系、ポリエステル系、ポリイミド系、塩化ビニル系、シリコン系、フッ素系、ポリエチレン系、ポリプロピレン系等の有機高分子樹脂、あるいはガラスクロス等特に限定はなく用いることができる。

【0073】絶縁部材の形態としては、溶融、溶解した樹脂、フィルムあるいはゴム形状の樹脂、接着材、テープ形状になっているもの各種形態を用いることができる。

【0074】溶融、溶解した樹脂、あるいは接着剤形状の場合には、例えばデイスペンサー等を用いて接触部に樹脂をポッティングした後、例えば熱、湿度等のエネル

ギーにより硬化させる。また、フィルム形状、テープ形状のものに関しては、接触部に載置するだけで構わない。上記形態の中で、テープ形状であるものは、簡単な工程で絶縁部材を載置することができると同時に、量産装置に対応しやすいことから、より好適に用いられる。

【0075】フィルム、あるいはテープ基材としては、具体的には例えば、ポリエチレンテレフタレート、PVC、ポリイミド、ポリエーテルイミド、PPS、ポリプロピレン、ポリウレタン、アクリル、PEN、PFA、PTFE、ポリエステル不織布、ガラス不織布、及び上記の複合基材を用いることができる。この中でも、基材のこしが強い材料程、接触部における曲げ量が小さくなることから好適に用いられ、特にショアD硬度50以上のフィルム基材、例えば、ポリエチレンテレフタレート（ショアD硬度70以上）、ポリカーボネート（ショアD硬度70以上）、高密度ポリエチレン（ショアD硬度60以上）が好ましい。

【0076】絶縁部材の厚みに関しては、厚ければ厚いほど部材の剛性が増す為に曲げ寿命にたいしては効果があるが、極端に厚い場合には、絶縁部材を載置した部分での凹凸が大きくなり、光起電力素子モジュール自体の平面性を失うと同時に、周囲に配置する被覆材105で完全に被覆することが困難となり、充填不良が生じてしまう。また、極端に薄い場合には、剛性が弱まって本来の機能が低下するだけではなく、金属体104や光起電力素子101に存在するバリ等によって破れる場合があり、この兼ね合いから、基材厚みとしては25 μ m以上200 μ m以下が好適に用いられる。厚みを25 μ m以上とすることで、通常光起電力素子101や金属体104に形成されるバリによって貫通、破れをなくすることができる。また、厚みを200 μ m以下とすることで、極端な凹凸を防ぐことができ、モジュールの平面性、充填性を維持することができる。

【0077】絶縁部材の色としては、特に限定はなく様々な色を用いることができる。

【0078】特に絶縁部材が光起電力素子と略同一色である場合には、光起電力素子モジュール全体の外観性を向上することができる。すなわち、特に後述するように金属体が集電電極106等との接続がなされたバスバーである場合には、導電性ペーストのポッティングや半田付けがなされており、外観が必ずしも好ましくはないが、絶縁部材が略同一色であることによって、それらの悪外観部分を完全に遮蔽することが可能である。また、光を遮光することで、金属体104と被覆材105の直接接触部が少なくなり、信頼性も向上する。

【0079】また、金属体104が光起電力素子101の有効面にわたって形成されている場合には、絶縁部材が透明であることによって、変換効率を向上することができる。すなわち、金属体104が発電有効領域にかかって存在するような場合には、絶縁部材を金属体104

上に載置すると、絶縁部材のはみ出し部分が太陽光を遮断してしまい、変換効率を落としてしまう。絶縁部材が透明であることによって、絶縁部材の大きさを自由に選択することができ、かつ変換効率を落とすことのない光起電力素子が提供可能である。

【0080】絶縁部材の載置場所としては、少なくとも光起電力素子101のエッジ部と金属体104との接触部に存在すればよく、どのような長さ、幅を有していても構わないし、金属体104全体を覆うように載置されていても何ら問題はない。

【0081】＜絶縁部材を設けた時の金属体の曲げR＞絶縁部材を設けた時の金属体の曲げRに関して、図6を用いて詳述する。図6において、601は金属体、602は絶縁部材、603は光起電力素子である。

【0082】光起電力素子603のエッジ部にて、金属体601には折り目が付いてしまうが、その折り目の付き方は、金属体601の耐久寿命に大きく影響を与える。折り目の付き方に関しては、金属体601の材質、厚み、硬度、絶縁部材602の材質、厚み、硬度、光起電力素子603のエッジ部のバリのあり方等によって大きく左右されるものであるが、これらのいずれのパラメータにおいても曲げRで表現することができる。

【0083】即ち、絶縁部材602と金属体603を同時に、光起電力素子603のエッジ部にそって、90度に折り曲げを行う。この際、金属体601に形成される曲げRを、Rゲージ等を用いて測定することができる。また、絶縁部材602が光起電力素子603側に形成されている場合には、金属体601のみを90度に曲げ、その時の曲げRを測定すればよい。

【0084】曲げRの値は、大きい程ほとんど折り目が形成されていないことを現し、小さい程折り目がシャープに形成されており、繰り返し曲げに対する耐久寿命は短くなることを現す。よって、大きければ大きいほど、耐久寿命に対しては有利に働き、特に0.5mm以上とすることで光起電力素子の耐用年数に十分耐えうる寿命を提供することができる。

【0085】（被覆材105）本発明にかかる被覆材105は、大きく分類して最表面被覆材、充填材、最裏面被覆材の3種類に分類される。

【0086】＜最表面被覆材＞最表面被覆材に要求される特性としては透光性、耐候性があり、汚れが付着しにくいことが要求される。材料としてガラスを使用した場合、充填材が厚くなれば充填不良が起きるという問題がある。またその場合、重量が大きくなるだけでなく外部からの衝撃により割れやすいという問題も考えられる。そのために最表面被覆材には耐候性透明フィルムが好意的に用いられる。そうすることにより、充填性が良くなり、軽量化が図れ、衝撃により割れない上に、フィルム表面にエンボス処理を施すことで、太陽光の表面反射が眩しくないという効果も生まれる。材料としては、

ポリエチレンテトラフルオロエチレン(ETFE)、ポリフッ化エチレン、ポリフッ化ビニルなどのフッ素樹脂フィルムなどをもちいることができるがこれに限られたものではない。充填剤との接着面には、充填剤が接着しやすいようにコロナ放電処理などの表面処理を施すこともできる。

【0087】＜充填材＞充填材に要求される特性としては、耐候性、熱可塑性、熱接着性、光透過性が挙げられる。材料としては、EVA(酢酸ビニル-エチレン共重合体)、ブチラール樹脂、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、フッ素化ポリイミド樹脂などの透明な樹脂を使用することができるがこれに限られたものではない。上記充填材に架橋剤を添加することにより、架橋することも可能である。また光劣化を抑制するために、紫外線吸収剤が含有されていることが望ましい。また、耐クラック性を向上させるために、該充填材中にガラス繊維等無機物を含有させることもできる。

【0088】＜最裏面被覆材＞最裏面被覆材は、光起電力素子モジュールの裏面側を被覆して光起電力素子モジュールと外部の間の電氣的絶縁性を保つために使用する。要求される品質は、充分な電氣絶縁性を確保でき、しかも長期耐久性に優れ、衝撃、引っ掻き、熱膨張、熱収縮に耐えられる、柔軟性を兼ね備えた材料が好ましい。好適に用いられる材料としてはナイロン、ポリエチレンテレフタレート(PET)等のプラスチックフィルムを使用できる。

【0089】充填材だけでも電氣的絶縁性を保つことはできるが、厚さにばらつきがおきやすいため、膜厚の薄い部分あるいはピンホール部分においては、光起電力素子と外部の間でのショートが発生する恐れがある。最裏面被覆材はそれを防止するために使用する。

【0090】また、最裏面被覆材に金属銅板を使用することも可能である。材質は例えばステンレス板、メッキ銅板、ガルバリウム鋼板などを使用できるがこれに限られたものではない。この場合、光起電力素子と外部の間の電氣的絶縁性を保つのは困難であるため、光起電力素子と金属銅板との間に絶縁フィルムを介在させることにより裏面側被覆材を構成する。このときの絶縁フィルムとしてはナイロン、ポリエチレンテレフタレート(PET)等のプラスチックフィルムを使用できる。

【0091】図9は本発明の光起電力素子モジュールの他の例を示す図であり、図9(a)は上面図、図9(b)は図9(a)のX-X'断面図である。図9において、901、901'は光起電力素子、903、903'は絶縁部材、904はバスバー(金属体)、905は被覆材、906は集電電極であり、2枚の光起電力素子901、901'が金属体104により接続されており、光起電力素子のエッジ部とバスバー904の接触部には、絶縁部材903、903'が設けられている。本例では、バスバー904で接続を行っている以外は図1

と同様であり、本例においては、バスバー904を金属体と呼称する。

【0092】

【実施例】以下、実施例に基づき本発明を詳細に説明する。

【0093】(実施例1)図10に示す非晶質系太陽電池を製作した。図10(a)は光起電力素子を受光面側から見た図であり、図10(b)は光起電力素子同士を直列に接続した状態を受光面側から見た図であり、図10(c)は図10(b)のX-X'断面図である。

【0094】図10中1000は光起電力素子であり、基板、下部電極層、光起電力機能を担う非晶質シリコン、上部電極層よりなり、大きさは300mm×280mmである。

【0095】光起電力素子全体を支える基板は厚さ150μmのステンレス板で、基板の直上には下部電極層がスパッタ法によりAl、ZnOがそれぞれ数千Åの厚みにて順次堆積して形成した。また非晶質シリコンはプラズマCVD法により基板側よりn型、i型、p型、n型、i型、p型、n型、i型、p型の各層を順次堆積して形成した。また上部電極層は透明電極膜であって、O₂雰囲気中Inを抵抗加熱法にて蒸着し、厚み約700Åの酸化インジウム薄膜を形成した。

【0096】次にこうして作成された光起電力素子1000を、光起電力素子の外周切断時に発生する基板と透明電極膜との短絡の悪影響を有効受光範囲に及ぼさないように、透明電極膜上にFeCl₃、AlCl₃等を含むエッチングペーストをスクリーン印刷法により塗布し加熱後洗浄することによって、該光起電力素子の該透明電極膜の一部を線状に除去しエッチングライン1001を形成した。

【0097】その後、光起電力素子1000の裏面側端部1辺に、裏面側電力取り出し部材1003として幅7.5mm、長さ285mm、厚み100μmの軟質銅箔をレーザー溶接法にて導電性基板に接続した。

【0098】その後、光起電力素子1000の端部の裏面側電力取り出し部材1003と対向する受光面側の1辺に、絶縁部材1004として幅7.5mm、長さ280mm、厚み200μm(基材100μm)のポリイミド基材絶縁テープを貼った。この時、絶縁部材1004を、光起電力素子1000の右側の辺のエッジ部をカバーするように、少しはみ出させて添付した。

【0099】その後、予めカーボンペーストをφ100μmの銅ワイヤーにコートしたカーボンコートワイヤーを5.6mmピッチで光起電力素子1000及び絶縁部材1004上に形成し集電電極1005とした。

【0100】更に、絶縁部材1004の上部に、集電電極1005の更なる集電電極であるバスバーとしての金属体1006を形成する。金属体1006としては、幅5mm、長さ285mm、厚み100μmの銀メッキ銅

箔を用いて絶縁部材1004上に載置した後、200℃、3kg/cm²、180秒の条件で、集電電極1005と同時に加熱加圧固定する。この時、図1(a)に示すように金属体1006の片側が、光起電力素子1000から外側に延びるようにしておいた。

【0101】次に、金属体1006上であって、光起電力素子1000から飛び出した部分の一部に、絶縁部材1007として7mm□、厚さ130μm(基材100μm)の透明PETテープを添付した。

【0102】このようにして作製された光起電力素子を、図10(b)、(c)に示すように電氣的に直列接続した。

【0103】図示のように、光起電力素子1000から外側に伸びた絶縁部材1007付き金属体1006を隣接する光起電力素子1000の裏面側にもぐりこませ、裏面側電力取り出し部材1003と半田接続した。この際、絶縁部材1007が隣接する光起電力素子1000のエッジ部に接触するように接続を行った。なお、図中では、2直列の場合を図示しているが、実際には5枚の光起電力素子を直列し、5直列光起電力素子Aを作成した。

【0104】(実施例2)図11に示す非晶質系太陽電池を製作した。図11(a)は光起電力素子を受光面側から見た図であり、図11(b)は光起電力素子同士を直列に接続した状態を受光面側から見た図であり、図11(c)は図11(b)のX-X'断面図である。

【0105】実施例2においては、絶縁部材1107として黒PETテープを金属体1106上全面に貼付した以外は実施例1と同様である。

【0106】絶縁部材1107としては、7.5mm幅、130μm厚(基材100μm)の東洋インキ社製黒PETを使用し、後工程で直列半田付けを行う場所以外の金属体1106上全域にわたって、貼付し、光起電力素子1100を完成した。

【0107】その後、実施例1と同様、絶縁部材1107が隣接する光起電力素子1100のエッジ部に接触するように接続を行い、5直列光起電力素子Bを作成した。

【0108】光起電力素子Bは、金属体1106及び絶縁部材1104部分が完全に黒色の絶縁部材1107で遮蔽されている為、光起電力素子Aよりも確実に外観の美観性が向上した。

【0109】(実施例3)図12に示す非晶質系太陽電池を製作した。図12(a)は光起電力素子を受光面側から見た図であり、図12(b)は光起電力素子同士を直列に接続した状態を受光面側から見た図であり、図12(c)は図12(b)のX-X'断面図である。

【0110】実施例3においては、絶縁部材1207としてシリコン樹脂を200μmの厚さでドッティングした以外は実施例1と同様である。

【0111】絶縁部材1207としては、東レ・ダウ・

コーニング社製SE9186Lを用い、金属体1206上の一部で、金属体1206の幅を完全に覆うようにドッティングした後、3日間室温で放置して光起電力素子1200を完成した。

【0112】その後、実施例1と同様、絶縁部材1207が隣接する光起電力素子1200のエッジ部に接触するように接続を行い、5直列光起電力素子Cを作成した。

【0113】(実施例4)図13に示す結晶系太陽電池を製作した。図13(a)は光起電力素子同士を直列に接続した状態を受光面側から見た図であり、図13(b)は図13(a)のX-X'断面図である。

【0114】図13において、1301は光起電力素子であり、単結晶のシリコン半導体層であって、下面がボロン、上面がリンイオンにてそれぞれドーピングされたものである。半導体層の下部には、裏面反射層としてアルミニウムペースト、及び該アルミニウムペーストのさらに下部には銀ペーストが裏面電極として塗布されている。アルミニウムペースト及び銀ペーストは、導電粉としてそれぞれ粒径1~3μmのアルミニウム粉、銀粉を用い、バインダーとしてガラスフリットを用いた、いわゆる焼結系のペーストを用いた。また、銀ペーストのさらに下部には導電性向上及び接続性容易性向上の為に、半田層1302が積層してある。

【0115】一方、半導体層1301の上面には、反射防止及び集電の目的の為に透明電極層が、さらにその上部には焼結系の銀ペースト及び半田層よりなる集電電極1304が積層されている。

【0116】さらに集電電極1304と垂直方向に、さらなる集電の目的から半田メッキ銅よりなるバスバー電極としての金属体1305を形成した。

【0117】次に、金属体1305上であって、光起電力素子1301から飛び出した部分の一部に、絶縁部材1306として厚さ70μm(基材50μm)のポリイミドテープを貼付した。また、金属体1305と光起電力素子1301のエッジ接触部にも絶縁部材1307として同様のポリイミドテープを貼付した。

【0118】このようにして作製された光起電力素子を、図10(b)、(c)に示すように電氣的に直列接続した。

【0119】図示のように、光起電力素子1301から外側に伸びた絶縁部材1306付き金属体1305を隣接する光起電力素子の裏面側にもぐりこませ、裏面側の半田層1302と半田接続した。この際、絶縁部材1306が隣接する光起電力素子1301のエッジ部に接触するように接続を行った。なお、図中では、2直列の場合を図示しているが、実際には5枚の光起電力素子を直列し、5直列光起電力素子Dを作製した。

【0120】(実施例5)図14に示す結晶系太陽電池を製作した。図14(a)は光起電力素子同士を直列に接続した状態を受光面側から見た図であり、図14

(b)は図14(a)のX-X'断面図である。

【0121】実施例5においては、絶縁部材1406として黒PETテープを金属体1405上全面に貼付した以外は実施例4と同様である。

【0122】絶縁部材1406としては、厚さ50 μ m(基材25 μ m)の東洋インキ社製黒PETを使用し、後工程で直列半田付け部を行う場所以外の金属体1405上全域にわたって、金属体1405と同形状に切断したものを貼付し、光起電力素子1401を完成した。

【0123】その後、実施例4と同様、絶縁部材1406が隣接する光起電力素子のエッジ部に接触するように接続を行い、5直列光起電力素子Eを作成した。

【0124】(実施例6)図15に示す結晶系太陽電池を製作した。図15(a)は光起電力素子同士を直列に接続した状態を受光面側から見た図であり、図15(b)は図15(a)のX-X'断面図である。

【0125】実施例6においては、絶縁部材1506を金属体1505上全面に貼付した以外は実施例4と同様である。

【0126】絶縁部材1506としては、厚さ130 μ m(基材100 μ m)のニチバン製透明PETテープを使用し、後工程で直列半田付け部を行う場所以外の金属体1505上全域にわたって貼付し、光起電力素子1501を完成した。なお、絶縁部材が透明であることから影による効率損失を考える必要がない為、長方形の形状を有するものを貼付した。

【0127】その後、実施例4と同様、絶縁部材1506が隣接する光起電力素子のエッジ部に接触するように接続を行い、5直列光起電力素子Fを作成した。

【0128】(実施例7)図16に示す結晶系太陽電池を製作した。図16(a)は光起電力素子同士を直列に接続した状態を受光面側から見た図であり、図16(b)は図16(a)のX-X'断面図である。

【0129】実施例7においては、バスバー1605ではなく、直列接続部材としての金属体1608を用いて接続した以外は実施例4と同様である。

【0130】金属体1608としては、幅5mm、厚さ100 μ mの半田メッキ銅を使用し、金属体1608は光起電力素子のバスバー1605と、隣接する光起電力素子の半田層1602とに半田接続されている。

【0131】このようにして、5直列光起電力素子Gを作成した。

【0132】(比較例1)図17に示す非晶質系太陽電池を製作した。図17(a)は光起電力素子を受光面側から見た図であり、図17(b)は光起電力素子同士を直列に接続した状態を受光面側から見た図であり、図17(c)は図17(b)のX-X'断面図である。

【0133】比較例1においては、絶縁部材1704を光起電力素子の右側からはみださないように貼付した以外は実施例1と同様である。

【0134】作製された光起電力素子を同様に直列接続し、5直列光起電力素子A1を作成した。

【0135】(比較例2)図18に示す非晶質系太陽電池を製作した。図18(a)は光起電力素子を受光面側から見た図であり、図18(b)は光起電力素子同士を直列に接続した状態を受光面側から見た図であり、図18(c)は図18(b)のX-X'断面図である。

【0136】比較例2においては、絶縁部材としての透明PETテープ(図10の1007)を設けなかった以外は実施例1と同様である。

【0137】作製された光起電力素子を同様に直列接続し、5直列光起電力素子A2を作成した。

【0138】(比較例3)図19に示す非晶質系太陽電池を製作した。図19(a)は光起電力素子を受光面側から見た図であり、図19(b)は光起電力素子同士を直列に接続した状態を受光面側から見た図であり、図19(c)は図19(b)のX-X'断面図である。

【0139】比較例3においては、絶縁部材1904を光起電力素子の右側からはみださないように貼付した点及び、絶縁部材としての透明PETテープ(図10の1007)を設けなかった点以外は実施例1と同様である。

【0140】作製された光起電力素子を同様に直列接続し、5直列光起電力素子A3を作成した。

【0141】(比較例4)絶縁部材1306、1307を全く設けない以外は実施例4と同様にして図13に示す光起電力素子を作成した。

【0142】作製された光起電力素子を同様に直列接続し、5直列光起電力素子D1を作成した。

【0143】(実施例8)絶縁部材1004、1007の厚みを、両方とも40 μ m(基材厚20 μ m)にした以外は実施例1と同様にして図10に示す光起電力素子を作成した。

【0144】作製された光起電力素子を同様に直列接続し、5直列光起電力素子A4を作成した。

【0145】(実施例9)絶縁部材1004、1007の厚みを、両方とも30 μ m(基材厚10 μ m)にした以外は実施例1と同様にして図10に示す光起電力素子を作成した。

【0146】作製された光起電力素子を同様に直列接続し、5直列光起電力素子A5を作成した。

【0147】(実施例10)絶縁部材1004、1007の厚みを、両方とも70 μ m(基材厚50 μ m)にした点、及び、金属体1006の厚みを35 μ mにした点以外は実施例1と同様にして図10に示す光起電力素子を作成した。

【0148】作製された光起電力素子を同様に直列接続し、5直列光起電力素子A6を作成した。

【0149】(比較試験)上記方法にて作製した実施例、比較例のすべての5直列光起電力素子を20ずつ用

意し、実際の工程とおりに、素子群の移動、裏返して端子取り出し、特性測定等の光起電力素子に負荷のかかる工程をすべて通した。一連の工程を通した後、直列接続部が完全に破断したもの、あるいは破断しなかったものがないかどうかの外観検査を行った。

【0150】また、同時に一部のサンプルを用いて、曲げRの測定を行った。

【0151】次に、直列接続部に破断のなかったサンプルを作成したすべての光起電力素子から1ずつ選びだし、樹脂被覆（ラミネーション）を行った。以下にその手順を示す。

【0152】5直列光起電力素子、EVAシート（スプリングボーンラボラトリーズ社製、商品名フォトキャップ、厚さ460マイクロメートル）、片面をコロナ放電処理した無延伸のETFEフィルム（デュボン社製、商品名テフゼルフィルム、厚さ50マイクロメートル）、ガラス繊維不織布（厚さ200マイクロメートル）、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム（東レ社製、商品名ルミラー、厚さ50マイクロメートル）、ガルバリウム鋼板（大同鋼板製、商品名タイマカラーGL、厚さ0.4mm）をETFE／ガラス繊維不織布／EVA／ナイロン／EVA／鋼板という順に重ねて太陽電池モジュール積層体とした。次に、ETFEの外側に、離型用テフロンフィルム（デュボン社製、商品名テフロンPFAフィルム、厚さ50μm）を介してステンレスメッシュ（40×40メッシュ、線径0.15mm）を配し、積層体を真空ラミネート装置を用いて加圧脱気しながら150℃で30分加熱圧着することにより太陽電池モジュールを得た。

【0153】表面被覆材表面にはメッシュにより最大3

0μmの高低差の凹凸が形成された。

【0154】出力端子はあらかじめ光起電力素子裏面にまわしておき、ラミネート後、ガルバリウム鋼板に予め開けておいた端子取り出し口から出力が取り出せるようにした。

【0155】さらにこのモジュールの補強板の素子よりも外側に延在している部分をローラーフォーマーにて折り曲げ加工して、補強板がそのまま屋根材の機能を果たす「屋根材一体型太陽電池モジュール」とした。

【0156】なお、ここで用いたEVAシートは太陽電池の封止材として広く用いられているものであり、EVA樹脂（酢酸ビニル含有率33%）10.0重量部に対して架橋剤として有機過酸化物を1.5重量部、紫外線吸収剤0.3重量部、光安定化剤0.1重量部、熱酸化防止剤0.2重量部、シランカップリング剤0.25重量部を配合したものである。

【0157】このようにして作成した屋根材一体型太陽電池モジュールを、実際の屋根の取り付けと同じ設置台に設置し、IEEE規格draft 9に準拠した繰返し曲げ試験を30000サイクル行った。実施した繰返し曲げ試験は、いわゆる実際の屋根設置を意識した耐荷重試験であり、10000サイクルごとに変換効率を調べた。

【0158】（比較実験の結果および考察）上記の比較試験の結果を表1に示す。なお、曲げRの値については、作製した光起電力のすべてのエッジ部で行い、その時の最小値を示している。

【0159】

【表1】

| | 絶縁部材基材厚み | 曲げR (mm) | 外観検査不良率 | 繰返し曲げ試験結果 |
|-------|---------------|----------|-----------|-----------|
| 実施例1 | 100 μm/100 μm | 0.7 | 0/20 サンプル | ◎ |
| 実施例2 | 100 μm/100 μm | 0.7 | 0/20 サンプル | ◎ |
| 実施例3 | 200 μm/100 μm | 0.9 | 0/20 サンプル | ◎ |
| 実施例4 | 50 μm/50 μm | 0.65 | 0/20 サンプル | ◎ |
| 実施例5 | 50 μm/25 μm | 0.5 | 0/20 サンプル | ◎ |
| 実施例6 | 50 μm/100 μm | 0.75 | 0/20 サンプル | ◎ |
| 実施例7 | 50 μm/50 μm | 0.6 | 0/20 サンプル | ◎ |
| 比較例1 | 絶縁部材一部無し | 0.35 | 3/20 サンプル | × |
| 比較例2 | 絶縁部材一部無し | 0.35 | 2/20 サンプル | × |
| 比較例3 | 絶縁部材なし | 0.35 | 2/20 サンプル | × |
| 比較例4 | 絶縁部材なし | 0.2 | 1/20 サンプル | × |
| 実施例8 | 20 μm/20 μm | 0.45 | 0/20 サンプル | ○ |
| 実施例9 | 15 μm/15 μm | 0.4 | 1/20 サンプル | ○ |
| 実施例10 | 50 μm/50 μm | 0.55 | 0/20 サンプル | ◎ |

【0160】まず、外観検査不良率に関しては、実施例1～7、8及び10で作成した絶縁部材有りの光起電力素子に関しては、いずれも20サンプル中0であったのに対し、絶縁部材が無い比較例1～4及び絶縁部材が薄い実施例9に関しては、数サンプルの不良が出た。これ

らの不良はいずれも、光起電力素子のエッジ部と金属体の接触点で起こっていた。また、特にアモルファスシリコンを利用した比較例1～3に関して不良率が高くなっているが、これはアモルファスシリコン光起電力素子にはエッジ部にバリが存在する為、その影響が大きかった

為と考えられ、実施例9に関しては明らかにエッジ部のバリで突き破れたものであった。また、それぞれの曲げRの値を見ると、その値が小さいサンプルに関して不良率が高いことが分かった。

【0161】以上の結果から、絶縁部材を配置することによって、通常の取り扱い時に金属体にかかる負荷をかなり低減することができると考えられ、次に、繰り返し曲げ試験の結果に関しては、30000回行って全く特性に変化のなかったものを◎、変換効率の劣化率が5%以内であったものを○、5%以上劣化したものを×で記している。

【0162】この結果より、実施例1～7及び10で作成したモジュールは、全く効率劣化がなく、良好な結果であった。これらの曲げRの値は0.5mm以上であり、0.5mm以上とすることで繰り返し曲げ試験に全く劣化のないモジュールを提供することが可能と考えられる。また、実施例8、9で作成したサンプルは、それぞれ30000サイクル後の効率劣化率が1.2%、1.4%であり、劣化率のレベルから特に問題はなかった。逆に、絶縁部材のない比較例1～4のサンプルに関しては、効率の劣化がいずれも5%以上であり、被覆材を剥がして観察すると、素子のエッジ部にて金属体が破断していた。

【0163】以上の結果から、絶縁部材を設けることによって繰り返し曲げ試験にも十分クリアでき、特に絶縁部材の曲げRを0.5mm以上とすることで特性劣化を完全になくすることが可能となる。

【0164】また、表には記載していないが、実施例5及び6で作成した5直列光起電力素子モジュールE、Fの変換効率を測定した。その結果、モジュールEは、 $15.8\% \pm 0.1\%$ であったのに対し、モジュールFは $15.7\% \pm 0.1\%$ とほとんど変わらなかった。このことから、設ける透明の絶縁部材がどんな形状であっても、変換効率を落とすことがないことが判明した。

【0165】

【発明の効果】本発明によれば、複数の光起電力素子を金属体にて電気的に接続した光起電力素子モジュールにおいて、少なくとも前記光起電力素子のエッジ部と、前記金属体との接触部に、接触を回避する為の絶縁部材を設けることによって、取り扱い時の破損を防止でき、歩留まりを向上させることができる。また、光起電力素子を実際の屋根として設置した場合の繰り返し曲げに対する信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光起電力素子モジュールの一例を示す図である。

【図2】従来の非晶質系光起電力素子を表（受光面）側から見た図である。

【図3】従来の非晶質系光起電力素子に直列接続を施した状態を示す図である。

【図4】従来の結晶系光起電力素子の端子取り出し状態を表す図である。

【図5】従来の結晶系光起電力素子に直列接続を施した状態を示す図である。

【図6】曲げRを説明するための図である。

【図7】アモルファスシリコン系太陽電池の模式的断面図である。

【図8】結晶系シリコン太陽電池の模式的断面図である。

【図9】本発明の光起電力素子モジュールの他の例を示す図である。

【図10】実施例1の非晶質太陽電池を示す概略図である。

【図11】実施例2の非晶質太陽電池を示す概略図である。

【図12】実施例3の非晶質太陽電池を示す概略図である。

【図13】実施例4の結晶系太陽電池を示す概略図である。

【図14】実施例5の結晶系太陽電池を示す概略図である。

【図15】実施例6の結晶系太陽電池を示す概略図である。

【図16】実施例7の結晶系太陽電池を示す概略図である。

【図17】比較例1の非晶質太陽電池を示す概略図である。

【図18】比較例2の非晶質太陽電池を示す概略図である。

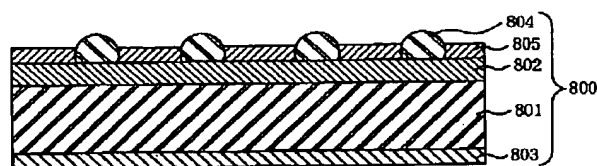
【図19】比較例3の非晶質太陽電池を示す概略図である。

【符号の説明】

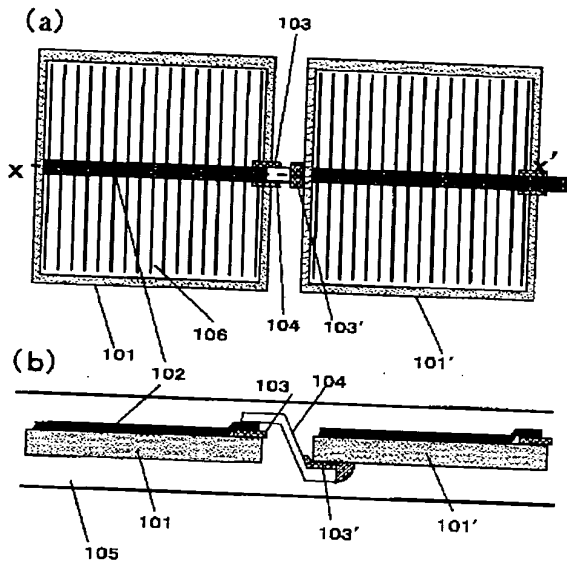
- 101、101' 光起電力素子
- 102 バスバー
- 103、103' 絶縁部材
- 104 金属体
- 105 被覆材
- 106 集電電極
- 201 光起電力素子
- 202 集電電極
- 203 端子部材
- 204 絶縁部材
- 205 エッチングライン
- 301、301' 光起電力素子
- 302 集電電極
- 303 絶縁部材
- 304 端子部材
- 305 エッジ部
- 306 エッチングライン
- 307 半田

| | |
|--------------------|------------------|
| 401 光起電力素子 | 1201 エッチングライン |
| 402 集電電極 | 1203 裏面側電力取り出し部材 |
| 402a ランド | 1204、1207 絶縁部材 |
| 403 端子部材 | 1205 集電電極 |
| 501、501' 光起電力素子 | 1206 金属体 |
| 502 集電電極 | 1301 光起電力素子 |
| 502a ランド | 1302 半田層 |
| 503 端子部材 | 1304 集電電極 |
| 504 エッジ部 | 1305 金属体 |
| 601 金属体 | 1306、1307 絶縁部材 |
| 602 絶縁部材 | 1401 光起電力素子 |
| 603 光起電力素子 | 1402 半田層 |
| 701 基板 | 1404 集電電極 |
| 702 下部電極 | 1405 金属体 |
| 703、713、723 n型半導体層 | 1406、1407 絶縁部材 |
| 704、714、724 i型半導体層 | 1501 光起電力素子 |
| 705、715、725 p型半導体層 | 1502 半田層 |
| 706 上部電極 | 1504 集電電極 |
| 707 集電電極 | 1505 金属体 |
| 801、802 半導体層 | 1506、1507 絶縁部材 |
| 803 裏面電極 | 1601 光起電力素子 |
| 804 集電電極 | 1602 半田層 |
| 805 反射防止膜 | 1604 集電電極 |
| 901、901' 光起電力素子 | 1605 バスバー |
| 903、903' 絶縁部材 | 1606、1607 絶縁部材 |
| 904 バスバー（金属体） | 1608 金属体 |
| 905 被覆材 | 1701 エッチングライン |
| 906 集電電極 | 1703 裏面側電力取り出し部材 |
| 1000 光起電力素子 | 1704、1707 絶縁部材 |
| 1001 エッチングライン | 1705 集電電極 |
| 1003 裏面側電力取り出し部材 | 1706 金属体 |
| 1004、1007 絶縁部材 | 1801 エッチングライン |
| 1005 集電電極 | 1803 裏面側電力取り出し部材 |
| 1006 金属体 | 1804 絶縁部材 |
| 1100 光起電力素子 | 1805 集電電極 |
| 1101 エッチングライン | 1806 金属体 |
| 1103 裏面側電力取り出し部材 | 1901 エッチングライン |
| 1104、1107 絶縁部材 | 1903 裏面側電力取り出し部材 |
| 1105 集電電極 | 1904 絶縁部材 |
| 1106 金属体 | 1905 集電電極 |
| 1200 光起電力素子 | 1906 金属体 |

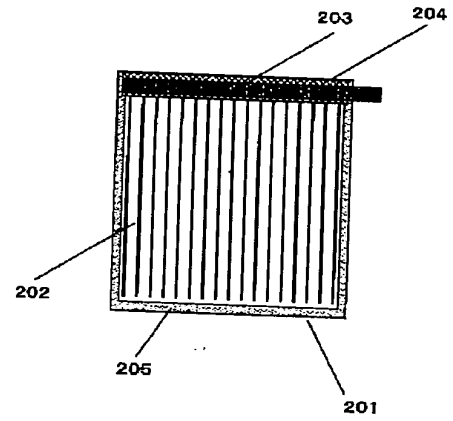
【図8】



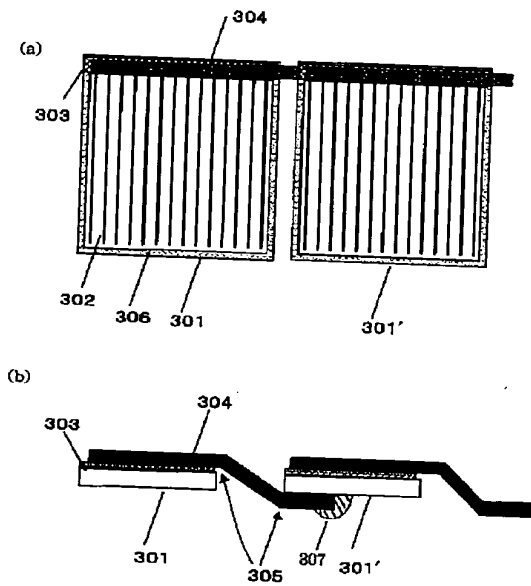
【図1】



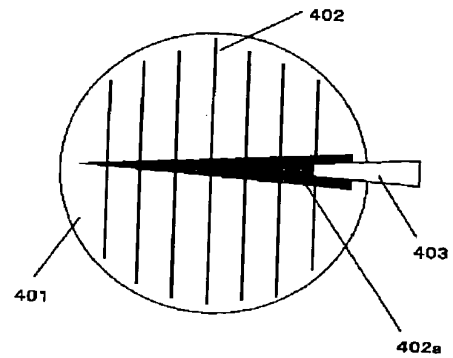
【図2】



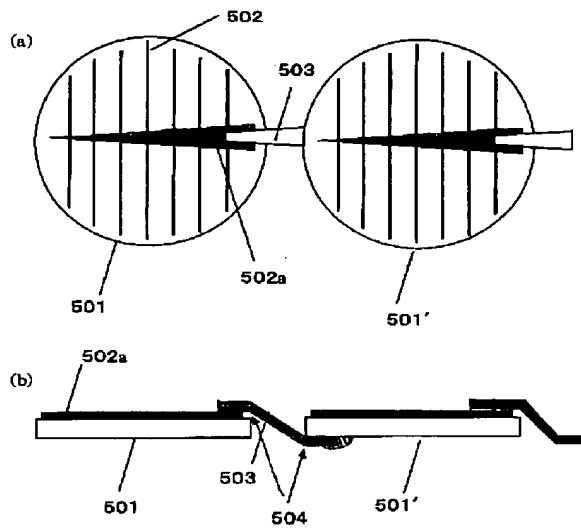
【図3】



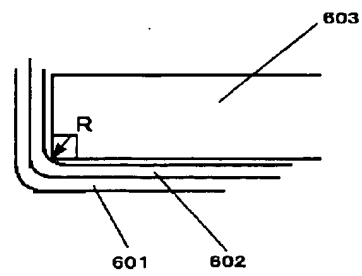
【図4】



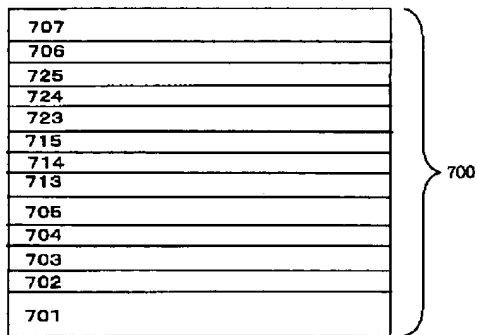
【図5】



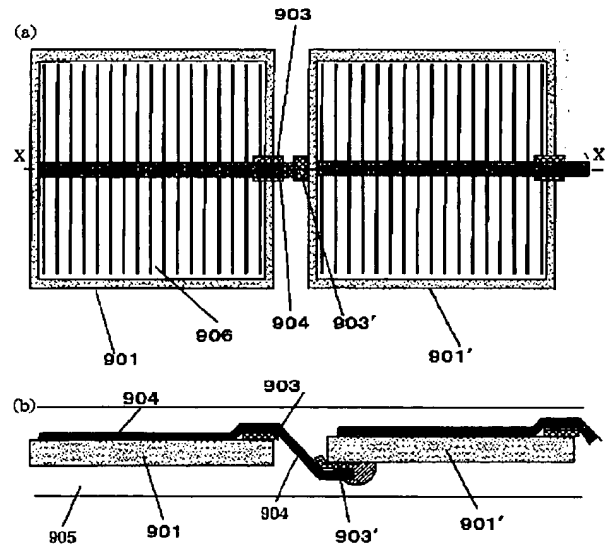
【図6】



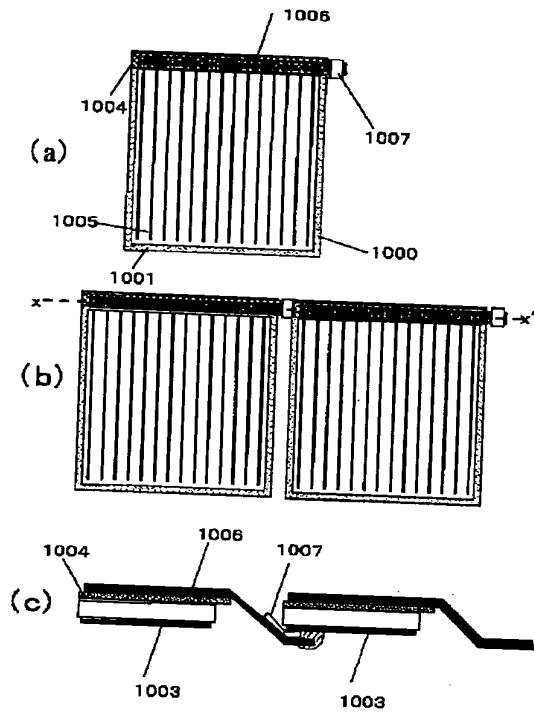
【図7】



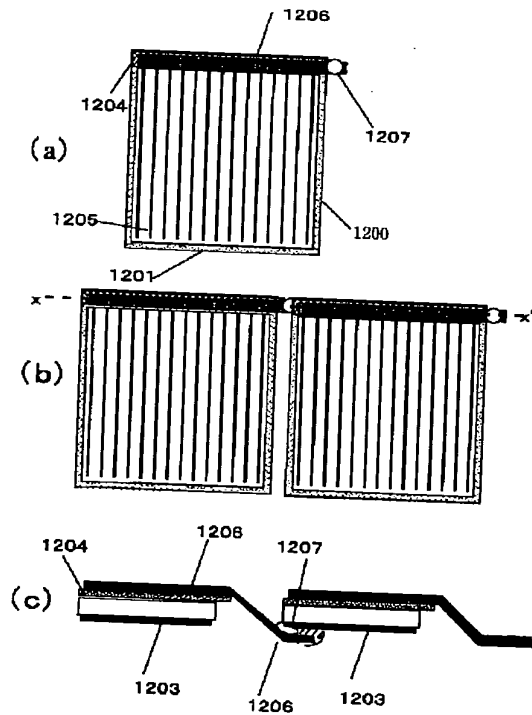
【図9】



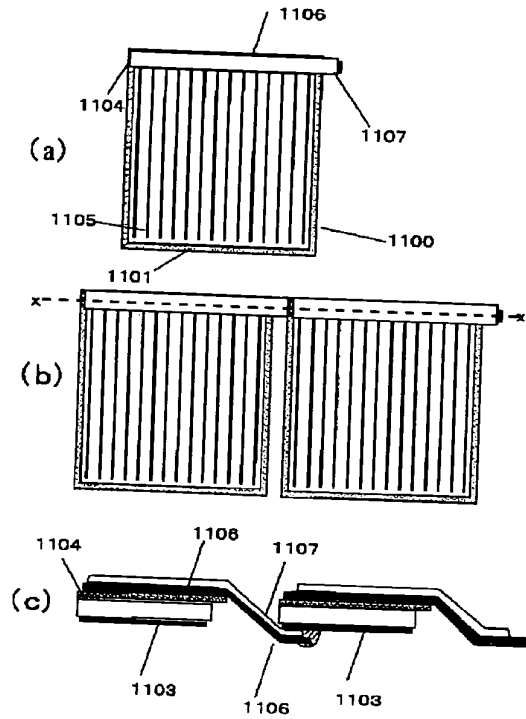
【図10】



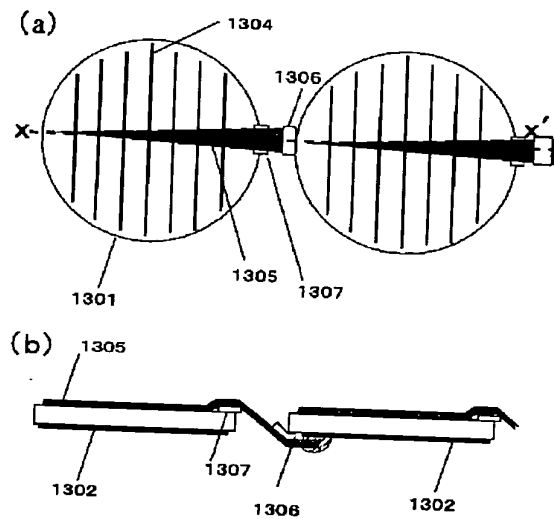
【図12】



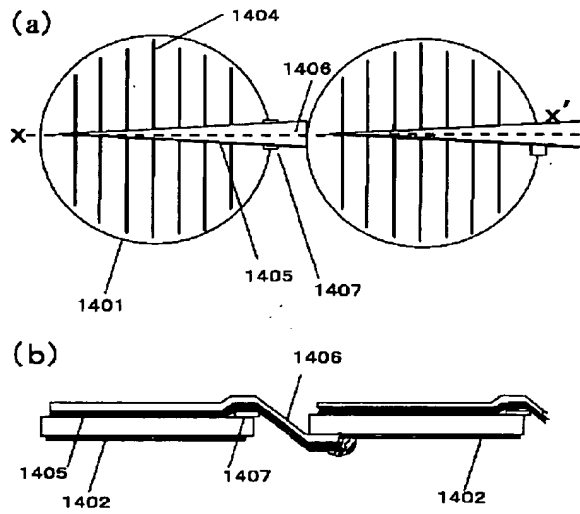
【図11】



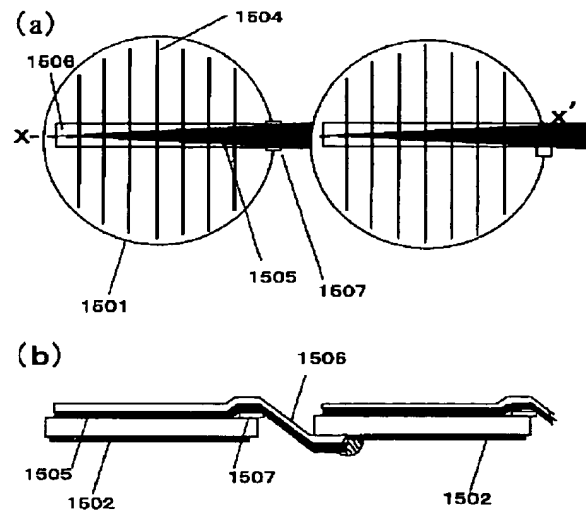
【図13】



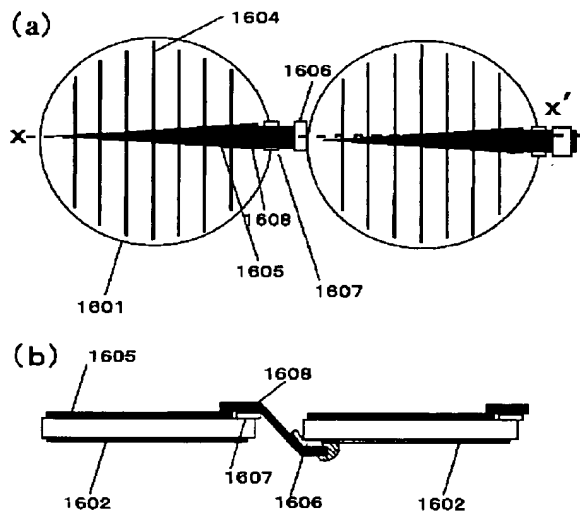
【図14】



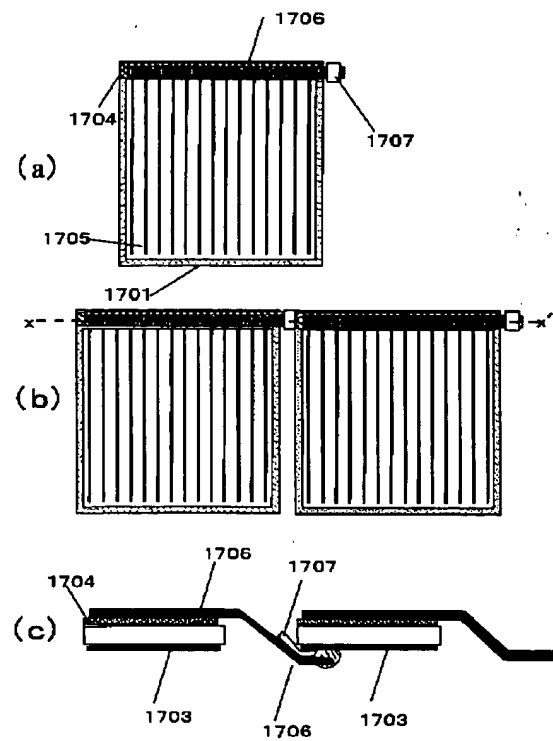
【図15】



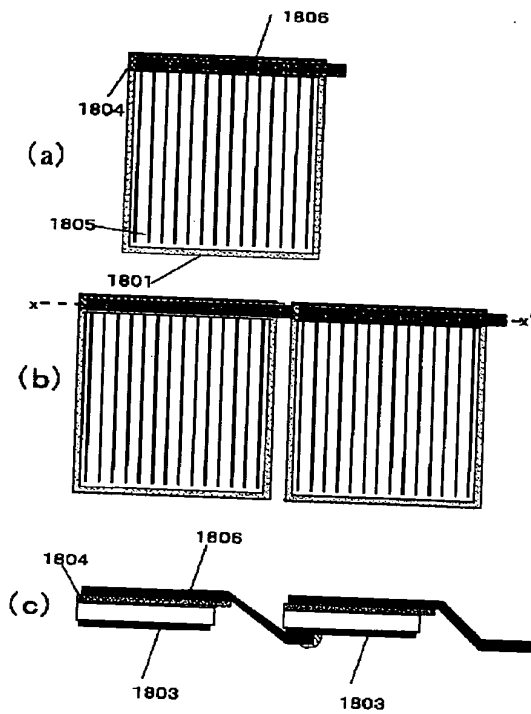
【図16】



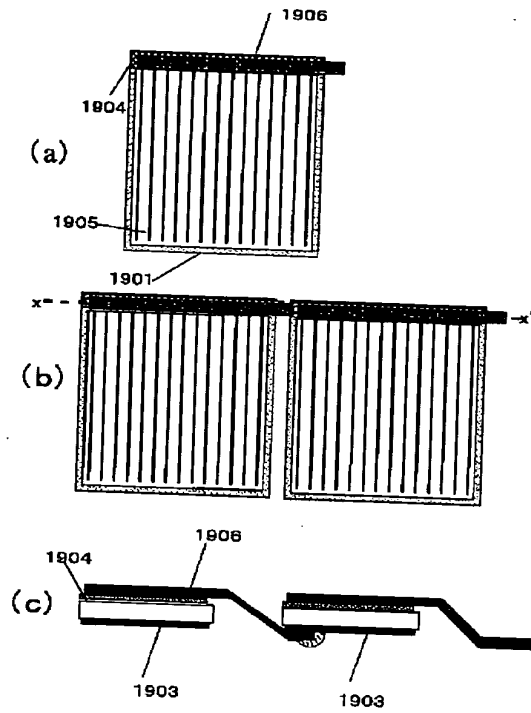
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 村上 勉

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内